



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11098432 A**

(43) Date of publication of application: **09.04.99**

(51) Int. Cl

H04N 5/455
H03J 7/02
H03L 7/06
H04B 1/10
// H04N 7/20

(21) Application number: **09253979**

(22) Date of filing: 18.09.97

(71) Applicant: **NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>**

(72) Inventor:

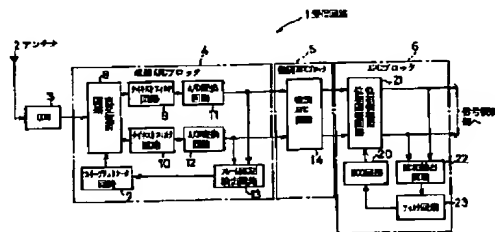
SHIBUYA KAZUHIKO
KUMADA JUNJI
IWADATE YUICHI
HAMAZUMI HIROYUKI
NOMOTO TOSHIHIRO
TAKANO KOICHI
SAITO TOMOHIRO
TANAKA YOSHIJI
MINEMATSU FUMIAKI
HASHIMOTO AKINORI
ITO SHIGEYUKI
MATSUMURA HAJIME
KATO HISAKAZU
TAKECHI HIDE

(54) AFC CIRCUIT, CARRIER RECOVERY CIRCUIT
AND RECEIVER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To recover a carrier signal synchronously with an input signal while avoiding occurrence of pseudo synchronization or the like even in the case that a synchronizing period of the input signal is short or noise is included in the input signal.

SOLUTION: A phase detection circuit 22 being a component of a fine-tuning AFC circuit 14 detects a phase difference of a BPSK signal in I axis, Q axis base band signals while generating the I axis, Q axis base band signals by reception of an antenna 2, quadrature demodulation of a rough adjustment AFC block 4 and frequency conversion of an ODU3. Furthermore, a differentiation circuit differentiates the phase difference to convert the phase difference into a frequency difference and an oscillated frequency of a numerically controlled oscillator NCO circuit 20 is adjusted based on the frequency difference to adjust a rotation angle of a phase rotation circuit thereby nullifying a frequency shift and a phase shift of the I axis, Q axis base band signals.



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98432

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 4 N 5/455

H 0 4 N 5/455

H 0 3 J 7/02

H 0 3 J 7/02

H 0 3 L 7/06

H 0 4 B 1/10

Z

H 0 4 B 1/10

H 0 4 N 7/20

// H 0 4 N 7/20

H 0 3 L 7/06

Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願平9-253979

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月18日

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 渋谷 一彦

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 熊田 純二

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 岩館 祐一

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外8名)

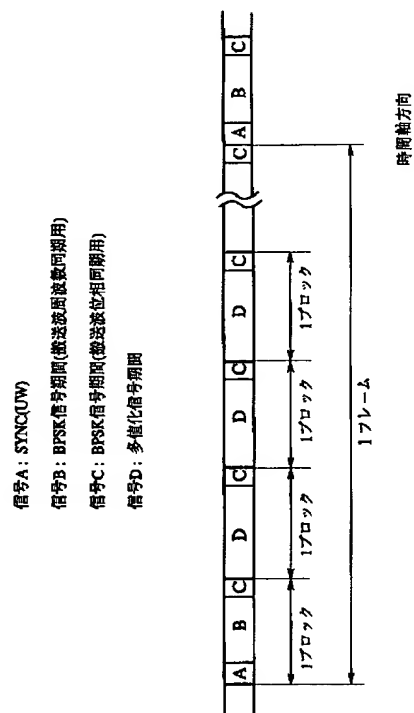
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 A F C回路、キャリア再生回路および受信装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、入力信号の同期期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生する。

【解決手段】 アンテナ2の受信動作、ODU3の周波数変換動作、粗調AFCブロック4の直交復調動作によってI軸側、Q軸側ベースバンド信号を生成しながら、微調AFC回路14を構成する位相検出回路17によって前記I軸側、Q軸側ベースバンド信号中のBPSK信号の位相差を検出するとともに、微分回路によって前記位相差を微分して周波数差に変換した後、この周波数差に基づき、NCO回路15の発振周波数を調整して、位相回転回路16の回転角を調整し、前記I軸側、Q軸側ベースバンド信号の周波数ずれ、位相ずれをゼロにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、
入力信号間の位相差を検出し、この位相差またはこの位相差の微分値に基づき、周波数補正信号を生成する周波数差検出部と、

この周波数差検出部から出力される周波数補正信号に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、を備えたことを特徴とするAFC回路。

【請求項2】 2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、
前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算する相関演算部と、
この相関演算部によって得られる自己相関係数のピークをカウントし、このカウント結果に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするAFC回路。

【請求項3】 2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、
前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差の時間変化波形の自己相関係数を演算する相関演算部と、
この相関演算部によって得られる自己相関係数に現れる周期的波形の平均周期を求め、この平均周期に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするAFC回路。

【請求項4】 2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、
前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、
この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするAFC回路。

【請求項5】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、
再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差またはこの位相差の微分値に基づき、周波数補正信号を生成する周波

数差検出部と、

この周波数差検出部から出力される周波数補正信号に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするキャリア再生回路。

【請求項6】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、

10 再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算する相関演算部と、
この相関演算部によって得られる自己相関係数のピークをカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするキャリア再生回路。

20 【請求項7】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、
再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算する相関演算部と、
この相関演算部によって得られる自己相関係数の平均周期を求め、この平均周期に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御して、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするキャリア再生回路。

【請求項8】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、
再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、

40 この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を備えたことを特徴とするキャリア再生回路。

【請求項9】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、
50 一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間また

は多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信し、
このデジタル変調信号の前記基準信号期間または前記デジタル変調信号期間によって得られる位相、周波数誤差情報を用いて、キャリア同期を確立する、
ことを特徴とする受信装置。

【請求項10】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、
一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信し、
このデジタル変調信号の前記基準信号期間または前記デジタル変調信号期間によって得られる再生キャリア周波数と所望のキャリア周波数との差を検出し、この検出結果に基づき、AFC機能または擬似同期防止機能の少なくともいずれか一方の機能を実現する、
ことを特徴とする受信装置。

【請求項11】 請求項10に記載の受信装置において、
基準信号期間または多値化数の少ない変調信号期間に、周波数非同期状態になっているとき、受信信号の位相変化を観測して得られる位相の時間微分値または変化の1次傾斜から得られる離調周波数情報に基づき、再生キャリア周波数を制御する、
ことを特徴とする受信装置。

【請求項12】 請求項10に記載の受信装置において、
基準信号期間または多値化数の少ない変調信号期間に、周波数非同期状態になっているとき、受信信号の位相変化を観測して得られる位相変化曲線における自己相関出力の周期性に基づき、離調周波数を推定し、この推定動作で得られる離調周波数情報に基づき、再生キャリア周波数を制御する、
ことを特徴とする受信装置。

【請求項13】 請求項12に記載の受信装置において、
再生キャリア周波数を予め低い周波数に設定して、所望の周波数に対する自己相関出力に現われる波形の周波数または相関ピークの数にオフセットを与え、所望の周波数より低い離調周波数を推定する、
ことを特徴とする受信装置。

【請求項14】 請求項12に記載の受信装置において、
多値化数の少ない変調期間における信号の位相点の統計的な性質に基づき、キャリア同期確立の有無を検出し、この検出結果に基づき、周波数変換を行なうのに使用される局部発振器の発振周波数スイープを停止させる、
ことを特徴とする受信装置。

【請求項15】 受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、
一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信して受信信号を得る受信部と、
再生キャリア信号によって前記受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号との位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、
この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、
を有するキャリア再生回路を具備してAFC機能または擬似同期防止機能の少なくともいずれか一方の機能を実現する、
ことを特徴とする受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、衛星デジタルテレビジョン放送などで使用されるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置に係わり、特に低CN比時でも、キャリアを確実に再生するAFC回路、キャリア再生回路および受信装置に関する。

【0002】〔発明の概要〕衛星を使用したデジタル伝送では、降雨減衰などによるCN比の劣化を考慮し、多値化数の異なる変調方式を時分割で適応的に伝送し、低CN比時においても、ある程度のデータ伝送を可能とするような階層化伝送方式が考案されている。このような伝送方式では、低CN比時において多値化数が多い変調波の期間から、キャリア再生に必要な基準信号を得ることが極めて困難であるため、通常のキャリア再生方法である、連続的にキャリア再生を行なうキャリア再生方法を使用することができない。

【0003】そこで、本発明は、低CN比時でも、ある程度のCN比の基準キャリア信号を得ることが可能な多値化数の少ない、例えばBPSK変調方式やQPSK変調方式で変調された変調信号を周期的に配置し、間欠的に位相、周波数誤差情報を取り出すことで、キャリア再生を実現しようとするものである。さらに、間欠的に位相誤差信号を観測する方法では、ある一定周期の周波数で、同等の位相誤差信号が得られるため、本来のキャリア周波数とは異なった周波数に見かけ上、同期してしまう、いわゆる擬似同期現象が発生する。この現象を回避するために、一定期間に多値化数の少ない、例えばBPSK変調方式やQPSK変調方式で変調された変調信号

を設定し、擬似同期状態では、信号位相が一定方向に回転することを利用し、本来のキャリア周波数との差の周波数を観測することにより、VCO（電圧制御発信器）などを制御し、所望の周波数に同期させることができるようにするものである。また、多値化数の少ない変調期間において、観測される信号の統計的な性質を用いて、擬似同期状態の検出および所望の周波数への同期を可能にするものである。

【0004】

【従来の技術】従来、多値化数の多い変調信号を連続的に伝送する方式または多値化数を時分割で変化させる伝送方式では、連続的にキャリア再生を行なうと、CN比が低下したとき、多値化数の多い変調期間で、安定したキャリア再生信号を得ることができなくなってしまうことから、たとえ多値化数の少ない変調信号が存在しても、安定的に復調することが困難であった。

【0005】さらに、このような変調信号において、多値化数の少ない期間のみを使用して間欠的にキャリア再生を行なう方式では、間欠的に位相を観測することによって生じる擬似同期の問題があることから、広い周波数引き込み範囲を実現することができない。このため、周波数変換部を含む伝送系において、非常に高い周波数安定精度が要求されたため、受信装置が高価なものになってしまう。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】これらのことから、多値化数が異なる変調信号を時分割で伝送する方式では、従来のキャリア再生方式を用いた場合、CN比が低いとき、キャリア再生が困難になってしまう。

【0007】そこで、多値化数の少ない期間のみで位相を測定し、VCOまたはNCO（数値制御発信器）を制御する方式も考えられるが、間欠的に位相を観測することに起因する擬似同期現象のため、広い周波数引き込み範囲を実現することができないという問題があった。

【0008】本発明は上記の事情に鑑み、請求項1～4では、入力信号中に含まれるキャリア再生に供することが可能な基準信号または多値化数の少ない変調信号期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生することができるAFC回路を提供することを目的としている。

【0009】また、請求項5～8では、多値化数の異なる変調信号を時分割で伝送し、これを受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生することができるキャリア再生回路を提供することを目的としている。

【0010】また、請求項9～15では、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の

少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生することができる受信装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、請求項1では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、入力信号間の位相差を検出し、この位相差またはこの位相差の微分値に基づき、周波数補正信号を生成する周波数差検出部と、この周波数差検出部から出力される周波数補正信号に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0012】また、請求項2では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、前記入力信号の位相差を検出し、この位相差の時間変化波形の自己相関係数を演算する相関演算部と、この相関演算部によって得られる自己相関係数のピークをカウントし、このカウント結果に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0013】また、請求項3では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差の時間変化波形の自己相関係数を演算する相関演算部と、この相関演算部によって得られる自己相関係数に現れる周期的波形の平均周期を求め、この平均周期に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0014】また、請求項4では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、前記入力信号の位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0015】また、請求項5では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信

号を再生するキャリア再生回路において、再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差またはこの位相差の微分値に基づき、周波数補正信号を生成する周波数差検出部と、この周波数差検出部から出力される周波数補正信号に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記I軸側信号および前記Q軸側信号と前記再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0016】また、請求項6では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算する相関演算部と、この相関演算部によって得られる自己相関係数のピークをカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0017】また、請求項7では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算する相関演算部と、この相関演算部によって得られる自己相関係数の平均周期を求め、この平均周期に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御して、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0018】また、請求項8では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、再生キャリア信号によって受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部とを備えたことを特徴としている。

【0019】また、請求項9では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間

または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信し、このデジタル変調信号の前記基準信号期間または前記デジタル変調信号期間によって得られる位相、周波数誤差情報を用いて、キャリア同期を確立することを特徴としている。

【0020】また、請求項10では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信し、このデジタル変調信号の前記基準信号期間または前記デジタル変調信号期間によって得られる再生キャリア周波数と所望のキャリア周波数との差を検出し、この検出結果に基づき、AFC機能または擬似同期防止機能の少なくともいずれか一方の機能を実現することを特徴としている。

【0021】また、請求項11では、請求項10に記載の受信装置において、基準信号期間または多値化数の少ない変調信号期間に、周波数非同期状態になっているとき、受信信号の位相変化を観測して得られる時間微分値または変化の1次傾斜から得られる離調周波数情報に基づき、再生キャリア周波数を制御することを特徴としている。

【0022】また、請求項12では、請求項10に記載の受信装置において、基準信号期間または多値化数の少ない変調信号期間に、周波数非同期状態になっているとき、受信信号の位相変化を観測して得られる位相変化曲線における自己相関出力の周期性に基づき、離調周波数を推定し、この推定動作で得られる離調周波数情報に基づき、再生キャリア周波数を制御することを特徴としている。

【0023】また、請求項13では、請求項12に記載の受信装置において、再生キャリア周波数を予め低い周波数に設定して、所望の周波数に対する自己相関出力に現われる波形の周波数にオフセットを与え、所望の周波数より低い離調周波数を推定することを特徴としている。

【0024】また、請求項14では、請求項12に記載の受信装置において、多値化数の少ない変調期間における信号の位相点の統計的な性質に基づき、キャリア同期の有無を検出し、この検出結果に基づき、周波数変換を行なうのに使用される局部発振器の発振周波数スイープを停止させることを特徴としている。

【0025】また、請求項15では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けた

デジタル変調信号を受信して受信信号を得る受信部と、再生キャリア信号によって前記受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号との位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、を有するキャリア再生回路を具備してAFC機能または擬似同期防止機能の少なくともいずれか一方の機能を実現することを特徴としている。

【0026】上記の構成において、請求項1では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、周波数差検出部によって、入力信号間の位相差を検出し、この位相差またはこの位相差の時間微分値に基づき、周波数補正信号を生成するとともに、この周波数差検出部から出力される周波数補正信号に基づき、周波数差補正部によって、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにすることにより、入力信号中に含まれるキャリア再生に供することが可能な基準信号または多値化数の少ない変調信号期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生する。

【0027】また、請求項2では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、相関演算部によって、前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算するとともに、周波数差補正部によって、前記相関演算部で得られる自己相関係数のピークをカウントし、このカウント結果に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにすることにより、入力信号中に含まれるキャリア再生に供することが可能な基準信号または多値化数の少ない変調信号期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生する。

【0028】また、請求項3では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、相関演算部によって、前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差の自己相関係数を演算するとともに、周波数差補正部によって、前記相関演算部で得られる自己相関係数の波形に現れる周期波形の平均周期を求め、この平均周期に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにすることにより、入力信

号中に含まれるキャリア再生に供することが可能な基準信号または多値化数の少ない変調信号期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生する。

【0029】また、請求項4では、2つの入力信号間の周波数差を検出し、この検出結果に基づき、前記各入力信号間の周波数差をゼロにするAFC回路において、領域判定部によって、前記入力信号間の位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定するとともに、周波数差補正部によって、前記領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記入力信号の位相を回転させて、前記入力信号の周波数差をゼロにすることにより、入力信号の同期期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生する。

【0030】また、請求項5では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、周波数差検出部によって、再生キャリア信号で受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、この位相差またはこの位相差の時間微分値に基づき、周波数補正信号を生成するとともに、この周波数差検出部から出力される周波数補正信号に基づき、周波数差補正部によって、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにすることにより、多値化数の異なる変調信号を時分割で伝送し、これを受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生する。

【0031】また、請求項6では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、再生キャリア信号で受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、相関演算部によって、この位相差の自己相関係数を演算するとともに、周波数差補正部によって、前記相関演算部で得られる自己相関係数波形に現れるピークをカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにすることにより、多値化数の異なる変調信号を時分割で伝送し、これを受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的に

キャリア信号を再生する。

【0032】また、請求項7では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、再生キャリア信号で受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の位相差を検出し、相関演算部によって、この位相差の自己相関係数を演算するとともに、周波数差補正部によって、前記相関演算部で得られる自己相関係数波形に現れる周期波形の平均周期を求め、この平均周期に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御して、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにすることにより、多値化数の異なる変調信号を時分割で伝送し、これを受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生する。

【0033】また、請求項8では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号よりキャリア信号を再生するキャリア再生回路において、領域判定部によって、再生キャリア信号で受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号の間の位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定するとともに、周波数差補正部によって、前記領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにすることにより、多値化数の異なる変調信号を時分割で伝送し、これを受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生する。

【0034】また、請求項9では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信し、このデジタル変調信号の前記基準信号期間または前記デジタル変調信号期間によって得られる位相、周波数誤差情報を用いて、キャリア同期を確立することにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号

を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0035】また、請求項10では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信し、このデジタル変調信号の前記基準信号期間または前記デジタル変調信号期間によって得られる再生キャリア周波数と所望のキャリア周波数との差を検出し、この検出結果に基づき、AFC機能または擬似同期防止機能の少なくともいずれか一方の機能を実現することにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0036】また、請求項11では、請求項10に記載の受信装置において、基準信号期間または多値化数の少ない変調信号期間に、周波数非同期状態になっているとき、受信信号の位相変化を観測して得られる位相の時間微分値または変化の1次傾斜から得られる離調周波数情報に基づき、再生キャリア周波数を制御することにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0037】また、請求項12では、請求項10に記載の受信装置において、基準信号期間または多値化数の少ない変調信号期間に、周波数非同期状態になっているとき、受信信号の位相変化を観測して得られる位相変化曲線における自己相関出力の周期性に基づき、離調周波数を推定し、この推定動作で得られる離調周波数情報に基づき、再生キャリア周波数を制御することにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0038】また、請求項13では、請求項12に記載の受信装置において、再生キャリア周波数を予め低い周

波数に設定して、所望の周波数に対する自己相関出力に現われる波形の周波数にオフセットを与え、所望の周波数より低い離調周波数を推定することにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いて広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0039】また、請求項14では、請求項12に記載の受信装置において、多値化数の少ない変調期間における信号の位相点の統計的な性質に基づき、キャリア同期確立の有無を検出し、この検出結果に基づき、周波数変換を行なうのに使用される局部発振器の発振周波数スイープを停止させることにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いて広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0040】また、請求項15では、受信信号を直交復調して得られるI軸側信号と、Q軸側信号とに基づき、キャリア信号を再生するとともに、前記I軸側信号と、Q軸側信号とを復号して情報を再生する受信装置において、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信して受信信号を得る受信部と、再生キャリア信号によって前記受信信号を復調して得られた前記I軸側信号、前記Q軸側信号より再生キャリア信号と受信信号との位相差を検出し、この位相差に基づき、各信号点が位相面のどの領域に含まれているかを判定する領域判定部と、この領域判定部の判定結果を各位相毎、および設定した周波数に対応する回転速度で回転する判定領域毎にカウントし、このカウント結果に基づき、前記再生キャリア信号の周波数を制御し、前記受信信号と再生キャリア信号との間の周波数差をゼロにする周波数差補正部と、を有するキャリア再生回路を具備してAFC機能または擬似同期防止機能の少なくともいずれか一方の機能を実現することにより、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、C/N比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生する。

【0041】

【発明の実施の形態】

《発明の基本説明》まず、本発明によるAFC回路、キ

ャリア再生回路および受信装置の詳細な説明に先だって、本発明によるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置の基本原理について説明する。

【0042】一般的に、多値化数が異なる変調信号を時分割で伝送する伝送方法では、従来のキャリア再生方式を用いると、低C/N比時にキャリア再生が困難であることから、本発明では、次に述べるようにして、キャリア再生を行なう。

【0043】すなわち、本発明によるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置では、多値化数の少ない期間のみを使って信号の位相を測定し、VCOまたはNCO（数値制御発振器）を制御することで、低C/N比時においても安定したキャリア再生を行なおうとするものである。しかしながら、この場合、受信する変調信号の位相と、再生したキャリア信号の位相とを間欠的に測定することから、擬似同期現象が発生してしまうことがあり、引き込み範囲を広くすることができない。

【0044】そこで、変調波中に既知のパターンで変調された比較的長さが短いSYNCを入れ、広い範囲、例えば2MHzの範囲でVCOまたはNCOの発振周波数をスイープさせ、SYNCが受信できた周波数でスイープを停止させることで、粗調AFCを行なうとともに、前記変調波中に、ある程度の長さを持つ多値化数が少ない期間（例えばBPSK信号区間）を設け、この期間内で、受信した変調信号の周波数と、VCOまたはNCOの局部発振信号の周波数との差（周波数差）を求め、位相微分関数方式、自己相関関数方式、またはカウント方式などで、前記周波数差を解析し、この解析結果に基づいて、VCOまたはNCOを制御することにより、広い周波数引き込み範囲を持つAFC機能を実現し、低C/N比時においても、広帯域な引き込み特性で、擬似同期現象が発生しないようしながら、正確なキャリア信号を再生する。

【0045】《発明の実施の形態》図1は上述した基本原理を使用した本発明によるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置の一実施の形態で使用されるデジタル伝送信号のフォーマット例を示す模式図である。

【0046】この図に示すデジタル伝送信号では、先頭のブロックを除いて多値化信号期間である信号Dとキャリア位相同期用に供するBPSK信号期間である信号Cで構成される1ブロックを複数集めて1フレームを構成する。

【0047】1ブロックのシンボル数を、例えば196シンボルとし、これら各ブロックのうち、1つ目のブロックでは、先頭の、例えば20シンボルがUW（ユニークワード）で変調されたSYNC（同期信号）にされ、このSYNCに続く176（196-20=176）シンボルが伝送すべき情報でBPSK変調される。

【0048】また、2つ目以降のブロックでは、先頭のシンボルから、例えば192シンボルまで、伝送すべき

情報でQPSK変調または8PSK変調され、最後の4シンボルが伝送すべき情報で、位相同期用として、BPSK変調される。

【0049】図2は、上述したデジタル伝送信号を受信する、本発明によるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置の一実施の形態で使用される受信回路の一例を示すブロック図である。

【0050】この図に示す受信回路1は、図1に示すフォーマットのデジタル伝送信号を受信するアンテナ2と、このアンテナ2によって得られたデジタル変調信号を周波数変換してIF信号を生成するODU3と、このODU3から出力される前記IF信号を直交復調してI軸側ベースバンド信号とQ軸側ベースバンド信号とを生成しながら、前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる1ブロック目のSYNCを検出するために、例えば2MHzの範囲で低い周波数側からスイープを行なう粗調AFCブロック4と、この粗調AFCブロック4から出力される前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる1ブロック目のSYNC、BPSK信号を用いて位相の変化より離調周波数を検出し微調キャリア信号を再生する微調AFCブロック5と、この微調AFCブロック5から出力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の各フレーム毎のBPSK信号を使用して、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の微小な周波数ずれおよび位相を検出、制御するAPCブロック6とを備えている。

【0051】そして、アンテナ2によってデジタル伝送信号が受信され、ODU3からIF信号が出力されているとき、粗調AFCブロック4によって、前記IF信号を直交復調してI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とを生成しながら、前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる1ブロック目のSYNCを検出するために、例えば2MHzの範囲で低い周波数側からスイープを行なって、前記IF信号の粗調キャリア信号を再生するとともに、微調AFCブロック5によって前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる1ブロック目のSYNC、BPSK信号より離調周波数を検出し、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の微調キャリア信号を再生する。そして、APCブロック6によって前記微調AFCブロック5から出力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の各ブロック毎のBPSK信号に基づき、再生キャリア信号の位相を調整して、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を制御し、これによって得られた周波数ずれ、位相ずれが無いI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号を信号復調部（図示は省略する）に供給する。

【0052】前記粗調AFCブロック4は、VCOまた

はNCOなどの可変周波数発振器を有し、SYNC検知信号が入力されていない場合には、VCOまたはNCOの発振周波数を、例えば2MHzの範囲で、低い周波数側からスイープさせながら、局部発振信号を生成し、SYNC検知信号が入力された時点で、スイープを停止させるスイープジェネレータ回路7と、このスイープジェネレータ回路7から出力される局部発振信号を使用して、前記ODU3から出力されるIF信号を直交変調し、I軸側ベースバンド信号とQ軸側ベースバンド信号とを生成する直交復調回路8と、この直交復調回路8から出力されるI軸側ベースバンド信号に対し、ナイキスト特性を与えてイメージ除去や波形整形などを行なうナイキストフィルタ回路9と、このナイキストフィルタ回路9から出力されるI軸側ベースバンド信号をA/D変換して、デジタル化されたI軸側ベースバンド信号を生成するA/D変換回路11と、前記直交復調回路8から出力されるQ軸側ベースバンド信号に対し、ナイキスト特性を与えてイメージ除去や波形整形などを行なうナイキストフィルタ回路10と、このナイキストフィルタ回路10から出力されるQ軸側ベースバンド信号をA/D変換して、デジタル化されたQ軸側ベースバンド信号を生成するA/D変換回路12と、これらの各A/D変換回路11、12から出力されるI軸側ベースバンド信号とQ軸側ベースバンド信号とに含まれているデータと予め登録されているユニークワード（デジタル伝送信号のSYNCに使用されているユニークワードと同じユニークワード）とを比較し、ユニークワードと一致するデータを検出したとき、1ブロック目にあるSYNCを検出したことを示すSYNC検知信号を生成し、これを前記スイープジェネレータ回路7に供給するフレーム同期検出回路13とを備えている。

【0053】そして、受信回路1の電源が投入された直後などのように、デジタル伝送信号のキャリアを再生していない、非同期状態にあるときには、例えば2MHzの範囲で、発振周波数を低い周波数側からスイープさせ、このスイープ動作で生成された局部発振信号に基づき、ODU3から出力されるIF信号を直交復調させて、I軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とを生成させるとともに、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号にナイキスト特性を与えて、イメージ除去や波形整形などを行なった後、デジタル化して、微調AFCブロック5に供給する。また、この動作と並行し、デジタル化された前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号より得られるデータがユニークワードと一致したとき、1フレーム目にあるSYNCを検出したことを示すSYNC検知信号を生成し、このときの発振周波数を固定し、この発振周波数の局部発振信号を粗調キャリア信号として使用して、前記IF信号の直交復調動作、ナイキストフィルタ特性付与動作、A/D変換動作を継続し、これによって得られた



デジタル化された I 軸側ベースバンド信号と、Q 軸側ベースバンド信号とを微調 AFC ブロック 5 に供給する。

【0054】この際、この受信回路 1 で受信されるデジタル伝送信号では、SYNC が既知のパターン（ユニークワード）で BPSK 変調されていることから、低 CN 比時においても、ある程度の周波数幅の中であれば、キャリア同期が確立されていなくても、SYNC を検出することが可能であり、この SYNC の検出を基準として、ある程度の周波数誤差の範囲内で、キャリア同期を確立させることができる。

【0055】また、微調 AFC ブロック 5 は、前記粗調 AFC ブロック 4 から出力されるデジタル化された I 軸側ベースバンド信号と Q 軸側ベースバンド信号とに基づき、これら I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号の位相を微調整する微調 AFC 回路 14 を備えており、粗調 AFC ブロック 4 から出力される前記 I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号に含まれる 1 ブロック目の SYNC、BPSK 信号より離調周波数を検出し、これら I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号の微調キャリア信号を再生しながら、前記 I 軸側ベースバンド信号の位相と、Q 軸側ベースバンド信号の位相とを微調整して、周波数ずれ、位相ずれをほぼゼロにした状態で、APC ブロック 6 に供給する。

【0056】この場合、微調 AFC 回路 14 は、図 3 に示す如く、入力されている周波数差信号に応じて発振周波数を変更、固定する NCO 回路 15 と、この NCO 回路 15 から出力される局部発振信号に基づき、前記粗調 AFC ブロック 4 から出力されるデジタル化された I 軸側ベースバンド信号の位相、Q 軸側ベースバンド信号の位相を回転させる位相回転回路 16 と、この位相回転回路 16 から出力される位相調整済み I 軸側ベースバンド信号の振幅と Q 軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成する位相検出回路 17 と、この位相検出回路 17 から出力される位相差信号を微分して、周波数差信号を生成する微分回路 18 と、この微分回路 18 から出力される周波数差信号に含まれているインパルス雑音を除去した後、前記 NCO 回路 15 に供給して、この NCO 回路 15 から出力される局部発振信号の周波数を制御するフィルタ回路 19 とを備えている。

【0057】そして、最初、局部発振信号を微調キャリア信号として使用して、前記粗調 AFC ブロック 4 から出力されるデジタル化された I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号の位相を回転させ、位相調整済み I 軸側ベースバンド信号と、Q 軸側ベースバンド信号とを APC ブロック 6 に供給しながら、位相調整済み I 軸側ベースバンド信号の振幅と、Q 軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成した後、この位相差信号を微分して、周波数差信号を生成し、この周波数差信号の値がゼロになるよう

に、局部発振信号の周波数を調整し、周波数差信号の値がゼロになるようにする。

【0058】この際、この受信回路 1 で受信されるデジタル伝送信号では、図 4 に示す如く 1 ブロックに含まれている BPSK 信号が、信号位相点を 0 または 180 度にして伝送する方式であることから、第 2 象限と、第 3 象限とを 180 度、回転させて、第 2 象限を第 4 象限に重ねるとともに、第 3 象限を第 1 象限に重ねて考えれば、変調による不確定性を排除することができる。この場合、デジタル伝送信号を生成するときに使用したキャリア信号と、受信回路 1 側で再生したキャリア信号との間に、周波数差があると（キャリア周波数に離調があると）、この座標系で、観測される位相誤差信号の値が時間と共に増加して、例えば図 5 に示すような波形の位相誤差信号（位相差信号）が観測される。そして、この位相誤差信号の傾斜、すなわち時間微分値が周波数に比例することから、この傾斜を観測することで、離調周波数を検出し、前記粗調 AFC ブロック 4 から出力されるデジタル化された I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号がある程度の周波数偏差を含んでいても、この I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号の周波数偏差をゼロにすることができる。

【0059】また、APC ブロック 6 は、微小な周波数誤差、位相誤差を除くのに必要な局部発振信号を生成するとともに、入力されている位相誤差信号の値に応じて発振周波数を変更、固定する NCO 回路 20 と、この NCO 回路 20 から出力される局部発振信号に基づき、前記微調 AFC ブロック 5 から出力される、周波数偏差がほぼゼロにされた I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバンド信号の位相を回転させる位相制御用位相回転回路 21 と、この位相制御用位相回転回路 21 から出力される位相調整済み I 軸側ベースバンド信号に含まれる各ブロック毎の BPSK 信号の振幅と Q 軸側ベースバンド信号に含まれる各ブロック毎の BPSK 信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相誤差信号を生成する位相検出回路 22 と、この位相検出回路 22 から出力される位相誤差信号に含まれているノイズなどを除去した後、前記 NCO 回路 20 に供給して、この NCO 回路 20 から出力される局部発振信号の周波数を制御するフィルタ回路 23 とを備えている。

【0060】そして、前記微調 AFC ブロック 5 から出力される、周波数偏差がほぼゼロにされた I 軸側ベースバンド信号に含まれる各ブロック毎の BPSK 信号の振幅と、Q 軸側ベースバンド信号に含まれる各ブロック毎の BPSK 信号の振幅のアークタンジェントを演算して、位相誤差信号を生成した後、この位相誤差信号のノイズ成分を除去するとともに、この位相誤差信号の値がゼロになるように、局部発振信号を生成して、前記微調 AFC ブロック 5 から出力される、周波数偏差がほぼゼロにされた I 軸側ベースバンド信号、Q 軸側ベースバン

ド信号の位相を回転させ、位相誤差信号の値がゼロになるように、局部発振信号の位相および周波数を調整しながら、前記微調AFCブロック5から出力される、周波数偏差がほぼゼロにされたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を調整して、位相調整済みのI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号を信号復調部に供給する。

【0061】これにより、微調AFCブロック5から出力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号が微小な周波数誤差を含んでいても、これを検出して、僅かな周波数誤差、僅かな位相誤差を補正し、完全なキャリア同期を確立させる。

【0062】また、必要に応じて、前記粗調AFCブロック4の各出力端子、前記微調AFCブロック5の各出力端子、または前記APCブロック6の各出力端子に、図6に示す搬送波位相/周波数同期検出回路24が接続されて、キャリアがロックされているかどうかをチェックされる。

【0063】この図に示す搬送波位相/周波数同期検出回路24は、前記粗調AFCブロック4、前記微調AFCブロック5、前記APCブロック6のいずれかから出力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれているBPSK変調区間中のパルス信号のうち、図7の斜線で示す位相面における計測領域内にあるパルス信号を抽出する計測領域設定回路25と、この計測領域設定回路25から出力されるパルス信号をカウントするカウンタ回路26と、BPSK変調区間中のシンボル数を示すシンボルクロック信号の数をカウントするカウンタ回路27と、このカウンタ回路27のカウント結果を分母とし、前記カウンタ回路26のカウント結果を分子として、これらの比を演算し、BPSK変調区間中のデータが正しく受信されている情報となる除算結果を求める除算回路28と、予め設定されているロック判定用のしきい値を出力するしきい値設定回路29と、このしきい値設定回路29から出力されるしきい値と前記除算回路28から出力される除算結果とを比較し、この比較結果に基づき、前記計測領域設定回路25に入力されているI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に周波数誤差があるかどうかを判定し、この判定結果に基づき、位相同期検出信号を生成する比較回路30とを備えている。

【0064】そして、計測領域設定回路25の入力端子が前記粗調AFCブロック4の各出力端子、前記微調AFCブロック5の各出力端子、前記APCブロック6の各出力端子のいずれかに接続され、これら前記粗調AFCブロック4、前記微調AFCブロック5、前記APCブロック6のいずれかからI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号が出力されているとき、このI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれているBPSK変調区間中のパルス信号のうち、計測領

域内にあるパルス信号を抽出し、このパルス信号の数をカウントする一方、BPSK変調区間中のシンボル数をカウントし、これらの各カウント動作で得られた各カウント結果の比と、予め設定されているしきい値との関係に基づき、前記計測領域設定回路25に入力されているI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に周波数誤差があるかどうかを判定し、この判定結果に基づき、位相同期検出信号を生成する。

【0065】この際、前記計測領域設定回路25に入力されているI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に周波数誤差があり、このI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相が回転していれば、BPSK変調区間中のパルス信号が図7に示す計測領域内に存在する確率と、計測領域外に存在する確率とがほぼ同じになり、除算回路28から出力される除算結果がほぼ0.5になることから、キャリア同期が確立されていないと判断される。また、前記計測領域設定回路25に入力されているI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号のキャリア同期が確立されて、このI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相がほぼ0度または180度に固定されていれば、BPSK変調区間中のパルス信号が図7に示す計測領域内に存在する確率が100%になるとともに、計測領域外に存在する確率がほぼ0%になり、除算回路28から出力される除算結果がほぼ1.0になることから、キャリア同期が確立していると判断される。

【0066】このように、この実施の形態では、アンテナ2によってデジタル伝送信号を受信し、ODU3からIF信号が出力されているとき、粗調AFCブロック4によって、前記IF信号を直交復調してI軸側ベースバンド信号とQ軸側ベースバンド信号とを生成しながら、前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる1ブロック目のSYNCに対し、例えば2MHzの範囲で低い周波数側からスイープを行なって、前記IF信号の粗調キャリア信号を再生するとともに、微調AFCブロック5によって前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる1ブロック目のSYNC、BPSK信号の期間を利用し前記I軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に含まれる離調周波数を検出し、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の微調キャリア信号を再生し、さらにAPCブロック6によって前記微調AFCブロック5から出力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の各フレーム毎のBPSK信号に基づき、再生キャリア信号の位相誤差を検出して、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を制御し、これによって得られたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号を信号復調部に供給するようにしているので、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間

を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生して、デジタル変調信号に含まれている情報を再生することができる。

【0067】そして、低CN比時においても、広帯域な周波数引き込み特性を有するキャリア再生を実現することができることから、デジタル衛星放送などにおいて、多少の周波数ドリフトや位相雑音があるものの、安価な周波数変換器の使用を可能にして、受信装置のコストを大幅に低減させることができる。

【0068】また、粗調AFC回路4のスイープジェネレータ回路7を低い周波数側からスイープさせるために、位相検出回路17によって検出される位相差信号の回転方向を一定の方向に限定させることができ、これによってNCO回路15の発振周波数を制御することで、正確なキャリア信号を特定することができる。

【0069】《他の実施の形態》また、上述した実施の形態では、微調AFC回路14として、図3に示す微分関数方式を使用した回路を使用し、これによってハードウェア構成を簡単にするようにしているが、このような微分関数方式以外の方式、例えば自己相関関数方式、またはカウント方式などで、周波数差を解析し、この解析結果に基づいて、VCOまたはNCOを制御することにより、広い周波数引き込み範囲を持つAFC機能を実現するようにしても良い。

【0070】この場合、微調AFC回路14として、自己相関関数方式の微調AFC回路を使用するときには、例えば図8に示す微調AFC回路31、または図9に示す微調AFC回路32などを使用する。

【0071】図8に示す微調AFC回路31は、最初、例えば500kHz程度低い周波数の局部発振信号を生成するとともに、入力されている周波数差信号に応じて発振周波数を変更、固定するNCO回路33と、このNCO回路33から出力される局部発振信号に基づき、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させる位相回転回路34と、この位相回転回路34から出力される位相調整済みI軸側ベースバンド信号の振幅とQ軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成する位相検出回路35と、この位相検出回路35から出力される位相差信号の自己相関を求めて相関係数信号を生成する相関演算回路36と、この相関演算回路36から出力される相関係数信号をアベレージ積分方式などの時系列加算方式などを使用して、何回か積分し、雑音の影響を軽減する積分回路37と、この積分回路37から出力される相関係数信号の相関ピークをカウントし、このカウント結果に基づき、周波数差信号を生成し、前記NCO回路

33から出力される局部発振信号の周波数を制御するカウンタ回路38とを備えている。

【0072】そして、最初、例えば500kHz程度低い周波数の局部発振信号を微調キャリア信号として使用して、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させ、位相調整済みI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とをAPCブロック6に供給しながら、位相調整済みI軸側ベースバンド信号の振幅と、Q軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成した後、この位相差信号の自己相関を求めて、相関係数信号を生成するとともに、この相関係数信号の相関ピークをカウントして、周波数差信号を生成し、この周波数差信号の値がゼロになるように、局部発振信号の周波数を調整し、周波数差信号の値がゼロになった時点で、局部発振信号の周波数を固定する。

【0073】このようにしても、デジタル伝送信号を生成する際に使用したキャリア信号と、受信回路1側で再生したキャリア信号との間に、周波数差があると（キャリア周波数に離調があると）、図4に示す座標系で、観測される位相誤差信号（位相差信号）の値が時間と共に増加して、図5に示すような波形の位相誤差信号が観測され、この位相誤差信号の自己相関係数波形に現れる相関ピークの数に周波数差に比例することから、前記位相誤差信号の自己相関係数信号を観測することで、離調周波数を検出し、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とがある程度の周波数偏差を含んでいても、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の周波数偏差をゼロにすることができる。

【0074】また、図9に示す微調AFC回路32は、最初、例えば500kHz程度低い周波数の局部発振信号を生成するとともに、入力されている周波数差信号に応じて発振周波数を変更、固定するNCO回路39と、このNCO回路39から出力される局部発振信号に基づき、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させる位相回転回路40と、この位相回転回路40から出力される位相調整済みI軸側ベースバンド信号の振幅とQ軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成する位相検出回路41と、この位相検出回路41から出力される位相差信号の自己相関を求めて相関係数信号を生成する相関演算回路42と、この相関演算回路42から出力される相関係数信号をアベレージ積分方式などの時系列加算方式などを使用して、何回か積分し、雑音の影響を軽減する積分回路43と、この積分回路43から出力される相関係数信号に現れる周期波形の平均周期を求め、この平均周期に基づき、周波数差信号を生成し、前

記NCO回路39から出力される局部発振信号の周波数を制御する平均周期検出回路44とを備えている。

【0075】そして、最初、例えば500kHz程度低い周波数の局部発振信号を微調キャリア信号として使用して、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させ、位相調整済みI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とをAPCブロック6に供給しながら、位相調整済みI軸側ベースバンド信号の振幅と、Q軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成した後、この位相差信号の自己相関を求めて、相関係数信号を生成するとともに、この相関係数信号に現れる周期波形の平均周期を求めて、周波数差信号を生成し、この周波数差信号の値がゼロになるように、局部発振信号の周波数を調整し、周波数差信号の値がゼロになった時点で、局部発振信号の周波数を固定する。

【0076】このようにしても、図8に示す微調AFC回路31と同様に、デジタル伝送信号を生成する際に使用したキャリア信号と、受信回路1側で再生したキャリア信号との間に、周波数差があると（キャリア周波数に離調があると）、図4に示す座標系で、観測される位相誤差信号の値が時間と共に増加して、例えば図5に示すような波形の位相誤差信号が観測され、この位相誤差信号の自己相関係数信号に現れる周期波形の周期が周波数差に逆比例することから、この相関係数信号を観測することで、離調周波数を検出し、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とがある程度の周波数偏差を含んでいても、これらI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の周波数偏差をゼロにすることができる。

【0077】また、このような自己相関関数を使用することにより、受信したデジタル伝送信号のCN比がさらに低い場合にも、安定的に正確な微調キャリア信号を再生することができる。

【0078】また、カウント方式を使用した微調AFC回路では、次に述べる基本原理を使用して、周波数差を解析し、この解析結果に基づいて、VCOまたはNCOを制御し、広い周波数引き込み範囲を持つAFC機能を実現する。

【0079】まず、デジタル伝送信号中に含まれるBPSK信号の周波数および位相と、再生キャリア信号の周波数および位相とが同期していれば、信号にノイズが含まれていても、図10(a)の斜線で示す位相面における計測領域で、大部分の信号が観測される。

【0080】一方、再生キャリア信号の周波数がずれている場合には、信号点が時間と共に回転していく。この際、デジタル伝送信号中に含まれるBPSK信号のキャリア周波数に比べて、受信回路1側で再生されたキャリ

ア信号の周波数が低いときには、図10(b)に示すように、時間の経過とともに、斜線で示す計測領域を反時計回りに回転させれば、観測する期間に入力された各信号のうち、大部分の信号をカウントすることができる。また逆に、デジタル伝送信号中に含まれるBPSK信号のキャリア周波数に比べて、受信回路1側で再生されたキャリア信号の周波数が高いときには、図10(c)に示すように、時間の経過とともに、斜線で示す計測領域を時計回りに回転させれば、観測する期間に入力された各信号のうち、大部分の信号をカウントすることができる。このとき、計測領域の回転速度と周波数ずれの量とを一致させると、カウント動作によって得られるカウント値が最大値になることから、複数の回転角度、回転速度で、計測領域を回転させながら、入力された信号が計測領域内に存在するかどうかを観測することにより、周波数ずれ量を検出することができる。

【0081】図11はこのような基本原理を使用したカウント方式の微調AFC回路の具体的な回路構成例を示すブロック図である。

【0082】この図に示す微調AFC回路45は、入力されている周波数差信号に応じて発振周波数を変更、固定するNCO回路46と、このNCO回路46から出力される局部発振信号に基づき、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させる位相回転回路47と、この位相回転回路47から出力される位相調整済みI軸側ベースバンド信号の振幅とQ軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成する位相検出回路48と、デジタル伝送信号中に含まれるシンボル数などをカウントして計測領域を回転させるのに必要なカウント値（基準時間情報）を生成するカウンタ回路49と、所定角度、例えば1度毎にずれた360個の計測領域を複数組だけ持ち、カウンタ回路49から出力されるカウント値に基づき、前記位相検出回路48から出力される位相差信号がBPSK変調区間中の位相差信号かどうかを判定するとともに、前記位相差信号がBPSK変調区間中の位相差信号であるとき、前記カウント値に基づき、各計測領域を各々、各組毎に異なる回転速度で回転させながら、前記位相差信号が360個あるどの計測領域内にあるかを判定し、位相差信号が存在する計測領域に対応する出力端子からパルス信号を出力する領域判定回路50とを備えている。

【0083】さらに、微調AFC回路45は、周波数分解能×位相分解能に応じた数、例えば1kHz間隔で、10kHzの分解能を持つ場合には、10組、また10度間隔で、360度の幅を持つ場合には、36個、合計360個の数だけカウンタ回路51を持ち、各カウンタ回路51毎に、前記領域判定回路50の各出力端子から出力されるパルス信号の数をカウントするカウンタプロ

ック52と、このカウンタブロック52を構成する各カウンタ回路51から出力されるカウント値を相互に比較して、最も大きな値を持つカウント値を出力しているカウンタ回路51を判定し、このカウンタ回路51のカウント番号を出力する最大値判定回路53と、前記各カウンタ回路51の番号（カウンタ番号）と周波数誤差の値とが対にされて登録され、前記最大値判定回路53からカウンタ番号が出力されたとき、このカウンタ番号に対応する周波数誤差を示す周波数差信号を生成し、前記NCO回路46から出力される局部発振信号の周波数を制御する変換ROM回路54とを備えている。

【0084】そして、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させ、位相調整済みI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号とをAPCブロック6に供給しながら、位相調整済みI軸側ベースバンド信号の振幅と、Q軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成した後、この位相差信号が各組毎に異なる回転速度で回転されているどの計測領域にあるかを判定し、この判定結果に基づき、回転速度、回転方向に応じて各カウンタ回路51をカウントアップさせる。この後、これらのカウンタ回路51のカウント値のうち、最も大きな値を持つカウント値を持つカウンタ回路51の番号に応じた周波数誤差を示す周波数差信号を生成し、この周波数差信号の値がゼロになるように、局部発振信号の周波数を調整し、周波数差信号の値がゼロになった時点で、局部発振信号の周波数を固定する。

【0085】このようにしても、図8、図9に示す微調AFC回路31、32と同様に、デジタル伝送信号を生成するときに使用したキャリア信号と、受信回路1側で再生したキャリア信号との間に、周波数差があるとき（再生キャリア周波数に離調があると）、これを検出して、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号と、Q軸側ベースバンド信号の周波数偏差をゼロにすることができる。

【0086】また、図3に示す微調AFC回路14、図8に示す微調AFC回路31、図9に示す微調AFC回路32、図11に示す微調AFC回路45では、主要な部分をROMによって構成するようにしているが、高速なDSP（デジタルシグナルプロセッサ）などの素子を使用して、上述した処理を行なうようにしても良い。

【0087】このような素子を使用することにより、微調AFC回路14、31、32、45をコンパクトにすることができる。

【0088】また、上述した実施の形態においては、微調AFCブロック5、APCブロック6によって、粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の周波数ずれ、位相ずれを検出して、これを個々に補正して、I

軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の周波数ずれ、位相ずれをゼロにするようにしているが、微調AFCブロック5、APCブロック6によって、粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の周波数ずれ、位相ずれを検出し、この検出結果を粗調AFCブロック4のスイープジェネレータ回路7にフィードバックすることにより、粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の周波数ずれ、位相ずれをゼロにするようにしても良い。

【0089】このようにしても、上述した実施の形態と同様に、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生して、デジタル変調信号に含まれている情報を再生することができる。

【0090】そして、低CN比時においても、広帯域な周波数引き込み特性を有するキャリア再生を実現することができることから、デジタル衛星放送などにおいて、多少の周波数ドリフトや位相雑音があるものの、安価な周波数変換器の使用を可能にして、受信装置側のコストを大幅に低減させることができる。

【0091】また、上述した実施の形態では、各微調AFC回路14、31、32、45を多値化数が少ない変調信号区間で動作させて、再生キャリア信号を生成するようにしているが、これら各微調AFC回路14、31、32、45を上述した受信回路1以外の装置やシステム、例えば連続したBPSK信号によって構成される伝送信号を受信する伝送システムのAFC回路、またはテレビジョン放送局側のAFC回路などに使用しても良い。

【0092】このようにすることにより、これら各微調AFC回路14、31、32、45を間欠的に動作させるだけで、入力された変調信号のクロック信号を再生することができる。

【0093】図12は、図2に示す微調AFC回路として使用される他の微調AFC回路のうち、自己相関関数方式の微調AFC回路のさらに他の一例を示すブロック図である。この実施の形態は請求項13に対応する。この微調AFC回路55は、局部発振信号を生成するとともに、入力されている周波数差信号に応じて発振周波数を変更、固定するNCO回路56と、このNCO回路56から出力される局部発振信号に基づき、前記粗調AFCブロック4から出力されるデジタル化されたI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相を回転させる位相回転回路57と、回転されたI軸側ベースバ

ンド信号、Q軸側ベースバンド信号に周波数オフセットを与える位相回転回路58と、この位相回転回路にオフセット周波数データに基づく局部発振信号を与えるNCO回路59と、前記位相回転回路58から出力されるI軸側ベースバンド信号の振幅とQ軸側ベースバンド信号の振幅とのアークタンジェントを演算して、位相差信号を生成する位相検出回路60と、この位相検出回路60から出力される位相差信号の自己相関を求めて相関係数信号を生成する自己相関演算回路61と、この自己相関演算回路61から出力される自己相関係数信号をアベレーンジ積分方式などの時系列加算方式などを使用して、何回か積分し、雑音の影響を軽減する積分回路62と、この積分回路62から出力される自己相関係数信号の相関ピークをカウントするカウンタ回路（または、相関ピークの間隔または周期を計測する周期検出回路）63と、このカウント値に対応した周波数差信号（周波数データ）を生成する周波数データ生成ROM64と、この周波数データ生成ROM64から出力される周波数差信号からオフセット周波数データを減算して前記NCO回路56に供給する減算回路65とを備えている。そして、この微調AFC回路55は、位相検出回路60に入力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号に周波数オフセットを与えることにより、周波数差の絶対値は計測できるが、その極性が判定できない自己相関関数方式でも所望の周波数より低い離調周波数を推定することができる。

【0094】上述したように、この微調AFC回路55によれば、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間または多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いて広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生することができる。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、請求項1～4の各AFC回路では、入力信号中に含まれるキャリア再生に供することが可能な基準信号または多値化数の少ない変調信号期間が短いときにも、また入力信号にノイズが混入しているときにも、擬似同期などが発生しないようにしながら、前記入力信号に同期したキャリア信号を再生することができる。

【0096】また、請求項5～8の各キャリア再生回路では、多値化数の異なる変調信号を時分割で伝送し、これを受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生することができる。

【0097】また、請求項9～15の各受信装置では、一定時間間隔でキャリア再生に供する基準信号期間また

は多値化数の少ないデジタル変調信号期間を設けたデジタル変調信号を受信再生する際、CN比が低いときでも、間欠的に得られる位相、周波数誤差情報を用いてキャリア同期を行ない、これによって広い周波数引き込み範囲で、安定的にキャリア信号を再生し、デジタル変調信号に含まれている情報を再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置の一実施の形態で使用されるデジタル伝送信号のフォーマット例を示す模式図である。ロック図である。

【図2】本発明によるAFC回路、キャリア再生回路および受信装置の一実施の形態で使用される受信回路の一例を示すブロック図である。

【図3】図1に示す微調AFC回路の具体的な回路構成例を示すブロック図である。

【図4】図3に示す微調AFC回路に入力されるBPSK信号の位相と、各象限との関係例を示す模式図である。

【図5】図3に示す位相検出回路から出力される位相誤差信号の一例を示す波形図である。

【図6】本発明で使用される搬送波位相/周波数周期検出回路の一例を示すブロック図である。

【図7】図6に示す計測領域設定回路に入力されるI軸側ベースバンド信号、Q軸側ベースバンド信号の位相と、計測領域との関係例を示す模式図である。

【図8】図2に示す微調AFC回路として使用される他の微調AFC回路のうち、自己相関関数方式の微調AFC回路の一例を示すブロック図である。

【図9】図2に示す微調AFC回路として使用される他の微調AFC回路のうち、自己相関関数方式の微調AFC回路の他の一例を示すブロック図である。

【図10】図2に示す微調AFC回路として使用される他の微調AFC回路のうち、カウント方式の微調AFC回路の基本原理解を示す模式図である。

【図11】図2に示す微調AFC回路として使用される他の微調AFC回路のうち、カウント方式の微調AFC回路の一例を示すブロック図である。

【図12】図2に示す微調AFC回路として使用される他の微調AFC回路のうち、自己相関関数方式の微調AFC回路のさらに他の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

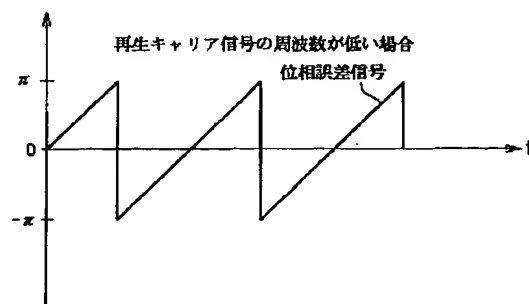
- 1 受信回路（受信装置）
- 2 アンテナ
- 3 ODU
- 4 粗調AFCブロック
- 5 微調AFCブロック
- 6 APCブロック
- 7 スイープジェネレータ回路（キャリア再生回路）
- 8 直交復調回路

- 9 ナイキストフィルタ回路
 10 ナイキストフィルタ回路
 11 A/D変換回路
 12 A/D変換回路
 13 フレーム同期検出回路
 14 微調AFC回路
 15 NCO回路
 16 位相回転回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 17 位相検出回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差検出部)
 18 微分回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差検出部)
 19 フィルタ回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差検出部)
 20 NCO回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 21 位相制御用位相回転回路
 22 位相検出回路
 23 フィルタ回路
 24 搬送波位相/周波数同期検出回路
 25 計測領域設定回路
 26 カウンタ回路
 27 カウンタ回路
 28 除算回路
 29 しきい値設定回路
 30 比較回路
 31 微調AFC回路
 32 微調AFC回路
 33 NCO回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 34 位相回転回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 35 位相検出回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 36 相関演算回路 (AFC回路、キャリア再生回路、相関演算部)
 37 積分回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 38 カウンタ回路 (AFC回路、キャリア再生回路、*

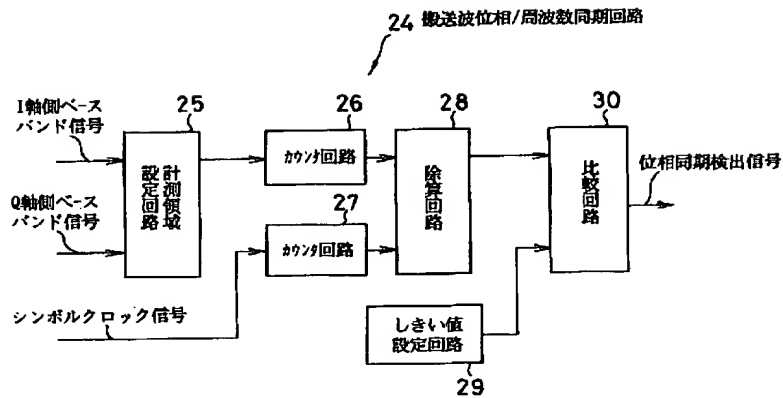
* 周波数差補正部)

- 39 NCO回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 40 位相回転回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 41 位相検出回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 42 相関演算回路 (AFC回路、キャリア再生回路、相関演算部)
 43 積分回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 44 平均周期検出回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 45 微調AFC回路
 46 NCO回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 47 位相回転回路 (AFC回路、キャリア再生回路、周波数差補正部)
 48 位相検出回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 49 カウンタ回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 50 領域判定回路 (AFC回路、キャリア再生回路、領域判定部)
 51 カウンタ回路
 52 カウンタブロック (AFC回路、キャリア再生回路)
 53 最大値判定回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 54 変換ROM回路 (AFC回路、キャリア再生回路)
 55 微調AFC回路
 56 NCO回路
 57 位相回転回路
 58 位相回転回路
 59 NCO回路
 60 位相検出回路
 61 自己相関演算回路
 62 積分回路
 63 カウンタ回路 (又は周期検出回路)
 64 周波数データ生成ROM
 65 減算回路

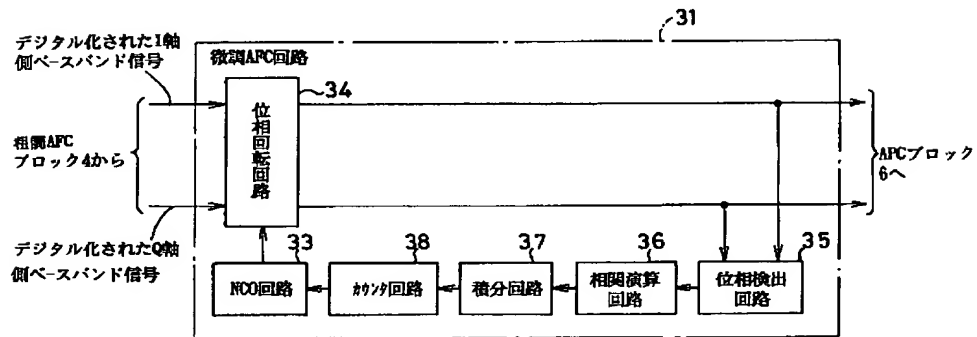
【図5】



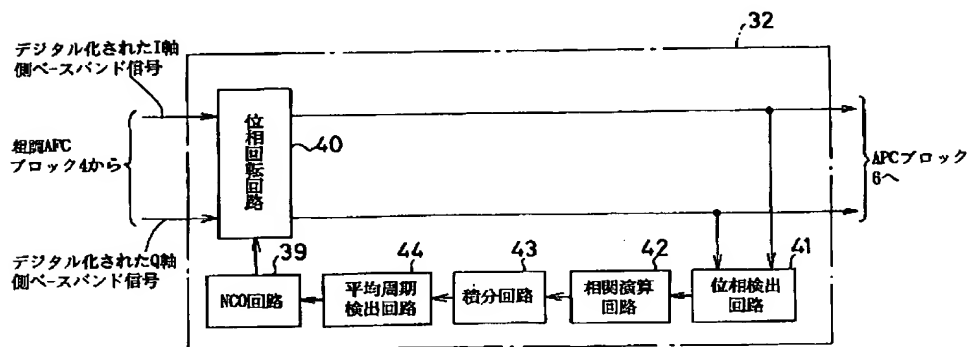
【図 6】



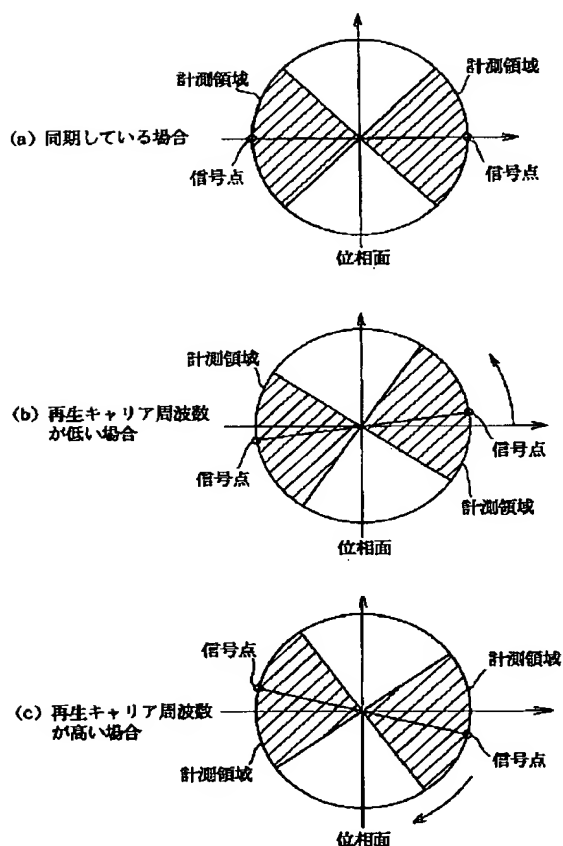
【図 8】



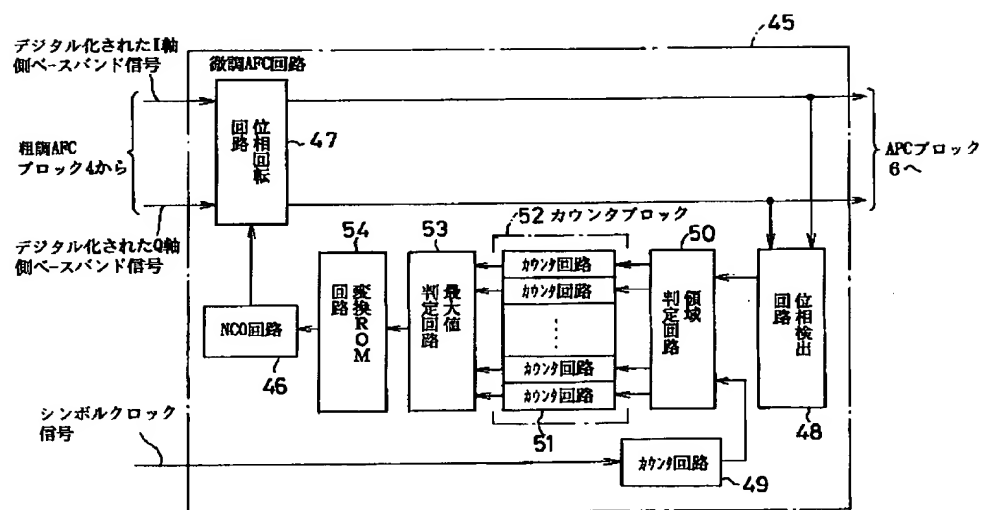
【図 9】



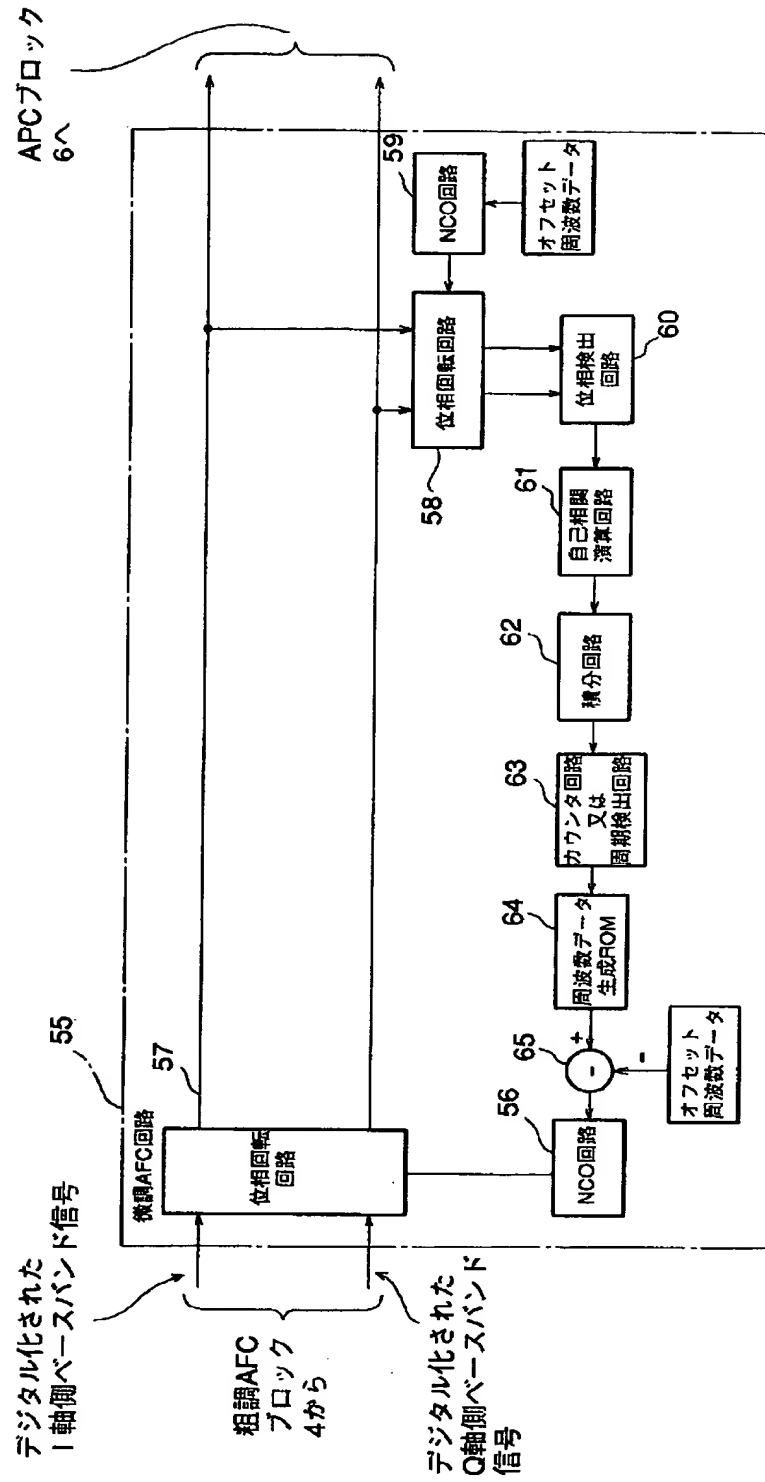
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 浜住 啓之
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 野本 俊裕
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 高野 好一
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 斉藤 知弘
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 田中 祥次
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

- (72)発明者 峯松 史明
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 橋本 明記
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 伊藤 重之
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 松村 肇
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 加藤 久和
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 武智 秀
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.